## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

05-248937

(43) Date of publication of application: 28.09.1993

(51)Int.CI.

G01H 17/00 G01M 15/00

(21)Application number: 04-049755

(71)Applicant: ATSUGI UNISIA CORP

(22)Date of filing:

06.03.1992

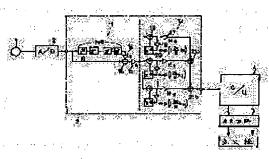
(72)Inventor: WATANABE SATORU

TOMIZAWA NAOMI KIKUCHI HISAKAZU NAKASHIZU MAKOTO

### (54) KNOCK SENSING DEVICE OF INTERNAL-COMBUSTION ENGINE

#### (57) Abstract:

PURPOSE: To accomplish high speed processing of wavelet conversion and provide applicability of this type of conversion to analysis of knocking vibration. CONSTITUTION: A voltage signal emitted by a knocking sensor 1 in accordance with the engine vibration level is A/D converted by an A/D converter 2. The numerical data thus acquired is processed with a frequency sampling filter 3 configured with a comb—form filter 11 and a resonator 12 and having the same impulse response as the specified fundamental wavelet function, and a filter executes the fundamental wavelet conversion. Whether knocking is generated, is sensed with a high time resolution on the basis of the amplitude and phase of the expansion coefficient of wavelet function acquired by the filter.



#### **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

31.10.1995

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2764495

[Date of registration]

03.04.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(11) 特許吞号	第2764495号	(24) 登段日 平成10年(1998) 4月		æ	<b>4</b>
(2)				17/00	16/00
報 (B2)		-	P.I	G01H 17/00	G 0 1 M
				٠.	
盂					
(12) 特 群 公	·	1998) 6月11日	<b>台灣國</b>		
(19) 日本因特許庁 (JP)		(45)発行日 平成10年(1998) 6月11日	(51)Int.C.	G 0 1 H 17/00	G01M 15/00

以求項の以5(全9月)

(21) 田函都号 特图平4-49755	(73)特許机名	000167408
		体式会社ユニシアジェックス
(22) 出回日 平成4年(1992) 3月6日		神奈川県  以本市  図名1370  位地
•	(72) 発明者	被近 倍
(65)公司吞导 特因平5-248937		群馬以伊公格市和川町1671番地1 日本
(43)公昭日 平成5年(1993)9月28日		口子们野体式会社内
<b>55</b>	(72) 発明者	12
	-	群岛以伊公哈市和川町1671番地1 日本
特許注第30条第1項查用申記有り 平成3年度位子位程	光磁	口子们器株式会社内
通宿学会信威支部大会带应改文公(平成3年10月4日付	4 日付 (72)発明者	公司 人名
<b>计位于桁段通信学会信益支部発行)における「音口信号</b>	C/849	<b>药码垛价码市因应应吖4—38</b>
のウェーブレット学作」及び「风波弦サンプリングによ	グによ (72)発明者	计 给中
る回位ウェーンアットが位」に密数		<b>所担以新港市五十四二の叮8470-105</b>
	(70)作題人	弁理士 笹凸 廿二叔
特許法第30条第1項汽用申訟有り 第6回ディシタル信	タル位	
号処理シンポジウム印荷的文章 (平成3年11月28日付け	日付け 惣査官	類井 広行
位子位粒通信学会ディシタル信号処理研究専門委員会院	<b>月会死</b>	
行)の第405-410ページに発表		母体買い成く

(54) 【発明の名称】 内協内関のノッキング協出独口

【甜水項1】機関板助をウェーブレット変換によって解 析してノッキング発生を後出する内燃機関のノッキング (51) [ 特許諸次の祖田] 被田雅町でもった。

機関本体に付設されて機関援助レベルに対応するアナロ 核板助センサからのアナログ後出債身をディジタル信号 グ検出信号を出力する板効センサと、 に変換するA/D変換器と、

版A/D変換器で変換されたディジタル信号を処理する ディジタルフィルタであって、所定の基本ウェーブレッ ト国数とインパルス応答の毎しい国波数サンプリングン

核周故数サンプリングフィルタの処理結果に基凸いたノ を含んで将成された内燃機関のノッキング後出装配 ッキング発生を検出するノッキング検出手段と、

ィルタと、

フィルタと、並列接統された所定数の共振器とを縦接接 **祝して併成されることを特徴とする前求項1配徴の内格** [請求項2] 前配周波数サンプリングフィルタが、櫛形 数関のノッキング被出装配。

数の共振器をそれぞれのタップに縦接接線し、異なる遅 [請求項3] 前配櫛形フィルタを構成する遅延器数の増 域をタップ数定によって行なわせ、並列接続された所定 **西器数に基づくフィルタリングを並列に行なわせるよう 府成したことを特徴とする前求項2記数の内燃機関の、** クキング検出装配。 糖水項4】 前配所定の基本ウェーブレット関数が、G B b o'r 関数であることを特徴とする前求項1,2又は [請求項5] 前配所定の基本ウェーブレット函数が、ラ プランアンーガウシャン図数であることを特徴とする間 3のいずれかに記憶の内愁機器のノッキング複出装配。

**枚項1,2又は3のいずれかに記数の内核機関のノッキ** 

第2764495号

8

[発明の詳細な説明]

[0001]

1 S H

【産業上の利用分野】本発明は内核機関のノッキング検 出装置に関し、詳しくは、機関級勁の後出信号からノッ ドング発生を検出する装配の改善技術に関する。

50年により吸・排気ベルブやピストンに悪影響を及ぼす ため、ノッキングを検出して点火時期を補正することに より、速やかにノッキングを回避し得るようにした点火 特期制御装置を備えているものがある(特別昭58-1 、従来の技術】内然機関において、所定レベル以上の ッキングが発生すると、出力を低下させるのみならず、 05036号公報等参照)。

ブ着座等による機械的援助が多く含まれる。そこで、従 2、七終茲図の故包には、アストンヘッド, 弁ヤ, ベケ **宋では、フーリエ変換やウオルシュアダマール変換等の** 【0003】ところで、世記異常格紙としたのノッキン 直交変換を用い、周期的信号に対する投影として前配音 **啓板動のスペクトル解析を行い、 ノッキング特有の風波** 数成分を抽出してノッキング発生の有無を検出するよう がは、エンジンブロックの音響板切として曳倒される

[発明が解決しようとする提題] しかしながら、ノッキ 正弦波など周期的信号で分析するフーリエ変換等の変換 では、商品質な時間・周波数分析をすることができない ングのような突発的信号は、以下の特徴を有しており、 という問題があった。

[0004]

[0005] 2) 信号の枠続時間が短く、信号対雑音比 1) 信号波形及び微分係数が不連続であることが多い。

(S/NH)が光影である。

3) 統計的任何が非定権である。

4)時間分解館と周波数分解館に関する不確実性関係が

即ち、直交変換に用いる周期的信号がたとえ数学的に完 全直交変換を併成していても、上記のような特徴を有す る信号を有限の時間にわたって規測した結果からスペク は、極めて少数の複句信号のサンプかかのスペクトルを 実性関係により、権定精度の劣化は原理的に避けられな 推定することになり、時間分解館と周波数分解館の不确 原理的に困難なことであった。特に、機関の高回転時に トルを推定し、これの変化を時々刻々追跡することは、 いものであった。 一様に定まる。

と呼ばれる関数系に展開し、展開係数により時間・周波 【0008】にこで、時間・周波数解析の手法の1つと (型)が注目されている。これは、信号をウェーブレット した、近年、ウェーグレット校校(応用教理 VOL. NO. 3 SEP. 1991 地図物品地介物物

場合のように一定の時間・周波数分解能を示さず、対象 により信号の時間と周波数とに関する情報を得ることが 時間軸と周波数铀で周在する閲覧であるので、展開係数 レット国数のスケール変換と時間シフトによって待られ 5. この関数米の柱質から、ウェーブレット授敬の時間 分解能は、図5及び図6に示すように、フーリキ変換の とする信号の周波数が高くなるにつれて向上するもので **あり、かかる性質によって突発的に発生する信号(高周** できる。また、ウェーブレット図数系は、基本ウェーン 数解析を行なう手法である。ウェーブレット閲数系は、 放成分を含む信号)の解析に適した手法である。

[0007] そこで、前記ノッキングの音響扱動の解析 こ上記のウェーブレット変換を適用することを勘案した が、以下のような問題が生じた。即ち、ウェーブレット 変換を実現する方法としての非直交ウェーブレット変換 の場合、各ウェーブレット関数毎に畳み込み筒算を直接 実行する方法があるが、この方法では、ウェーブレット のスケールに応じて乗算回数が増減し、大きなスケール の関数では乗算回数が増大する。従って、ノッキング協 リケーションへのウェーブレット変換の適用は困難であ ノフトウェア,ハードウェアに対する制限が大きいアコ **幼解析に適用する場合のように、高速処理が要求され、** 

あり、ウェーブレット変換の高速処理を実現して、ノッ キング検出への適用を可能とし、以て、ノッキング仮勁 の解析を高品質に行なえる装置を提供することを目的と [0008] 本発明は上記問題点に鑑みなされたもので

[6000]

本に付款されて機関領別レベルに対応するアナログ後出 が信号は、A/D変換器によってディジタル信号に変換 [課題を解決するための手段] そのため本発明にかかる ワット変換によって解析してノッキング発生を検出する りに枯戌される。図1において、故句センサは、根図本 **割号を出力するものであり、該援動センサからのアナロ** 内燃機関のノッキング後出装費は、機関扱動をウェーブ 内燃機関のノッキング後出装置であって、図1に示すよ

は、所定の基本ウェーブレット閲覧とインパルス応答の **<b><b>申しい周汝敬サンプリングフィルタで処理され、**故周敬 数サンプリングフィルタの処理枯果に基凸にたノッキン 7 検出手段がノッキング発生を検出する。ここで、前記 国波数サンプリングフィルタは、 歯形フィルタと、 並列 食材された所定数の共振器とを収扱接続して构成するこ [0010] そして、前記変換されたディジタル信号

数の増減をタップ散定によって行なわせ、並列接続され と所定数の共振器をそれぞれのタップに群接接続し、異 なる遅延器数に基づくフィルタリングを並列に行なわせ [0011]また、前記櫛形フィルタを招成する遅延器

こがてきる。

ウェーブレット関数として、Gabor関数又はラブラ るよう構成することが好ましい。また、前記所定の基本 ツアソーガウツャン図数を用いると良い。

が周波数サンプリングフィルタで処理される。ここで 信号がディジタル信号に変換され、このディジタル信号 である上記の周波数サンプリングフィルタによって基本 ウェーブレット関数は、時間軸上で局在する関数であ ット関数系に対応する展開係数は、非巡回形フィルタ ウェーブレット変換が実行されることになる。 ることになるから、非巡回形フィルタの実現方法の1つ り、同一のスケールで時間シフトを行なったウェープレ (Finite Impulse Response フィルタ) の出力に一致す 【作用】かかる構成によると、機関複動のアナログ検出

フィルタと、並列接続された所定数の共振器とを促接接 よって異なる遅延器数(スケールの異なるウェーブレッ ることで、遅延器数を行なえるから、前記タップ設定に 続して構成でき、更に、歯形フィルタにタップを設定す ト昭教)に始ムヘレィラタリングの並行処理が可能とな 【0013】前記周波数サンプリングフィバタは、癌形

機関振動に応じた波形のアナログ電圧信号を出力する。 ロック(本体)に付設され、内蔵した圧電素子によって 数サンノリンタフィルタ3(ディジタルフィルタ)の処 信号)に変換される。そして、前記数値データは、周波 亀圧信号は、A/D変換器2によって所定のサンプリン のハードウェア構成を示す図2において、ノックセンサ グ周波数(例えば50KH z)で数値データ(ディジタル 【0015】 棋ノックセンサ1から出力されるアナログ 【実施例】以下に本発明の実施例を説明する。一実施例 (檢動センサ) 11は、図示しない内熱機関のシリンダン

記周波数サンプリングフィルタ3の処理結果に基づいて に送る点火信号に基づいて制御するマイクロコンピュー 点火時期ADVを選角補正して、ノッキングの発生を速 グ検出手段としての前記コントロールユニット4は、前 タ内蔵のコントロールユニット4に入力され、ノッキン 6 による点火時期(点火進角値)ADVを、点火回路5 桔果は、内燃機関の燃焼室に臨ませて設けられる点火栓 やかに回避するようになっている。 ノッキング発生の有無を判別し、ノッキング発生時には 【0016】 前記周波数サンプリングフィルタ 3の処理

3の詳細な構成を説明する。前記周遊数サンプリングフ ある。前記櫛形フィルタ11は、直列接続されるN個の漫 12とを、縦接接続して構成されるディジタルフィルタで 11と並列接続された所定数の基本共仮器からなる共振器 イルタ 3 は、図 2 の概念図に示すように、衝形レイルタ [0017] いいた、前記周波数书ンブリングフィルタ

> 延器13と、2つの乗算器14,15と、加算器15とから構成 され、N個の遅延器13で遅延されたデータを、乗算器14 に、加算器16の出力に懸算器15で乗算係数Aを乗算して 一夕と前記乗算器14の出力とを加算器16で加算し、更 で乗算係数-1と乗算させ、遅延器13をパイパスしたデ 出力する構成となっている。

の基本共振器の出力の加算結果を最終的に出力するもの 栗箅係数H゚を栗箅して出力するようになっている。 を加算器19で加算し、加算器19の出力に乗算器17で所定 力を加算器21a, 21b,・・・で相互に加算して、全で を複数並列接続し、各基本共振器における乗算器17の出 と、加算器19と、遅延器20とから構成される基本共振器 尚、各乗算器17, 18の乗算係数の股定については後に詳 ±/N・k」)を桑貸し更に遅延器20で過延させた値と 算器19の出力に乗算器18で所定乗算係数 e x p (j ・ 2 であり、基本共版器では、衛形フィルタ11の出力と、点 [0018]また、共振器12は、2つの栗算器17, 18

【0019】ところで、本実施例では、機関版動のディ

関数 g(t)のスケール変換と時間シフトとにより得ら 法であり、ウェーブレット囚数は、基本ウェーブレット る直交変換に比して突発的に発生する信号の解析に適し ジタル信号を、フーリエ変換などの周期関数を基底とす し、展開係数により信号の時間・周波数解析を行なう手 ープレット変換は、信号をウェープレット関数系に展開 キング発生の有無を検出するものである。前記離散ウェ たこる精板ウェーレフット製装によるた料だつた、ノッ

ト閲数 g.,b (t) は、 【0020】 スケールa.時間シフトbのウェーブレッ

[0021]

【类1.]

$$(\frac{a}{a-1}) 8 = (1) 4.48$$

は分かる。 圧縮によって周波教特性を変化させることができるこ らかなように、ウェー厂フット関数のスケールの膨胀 を、スケールを1とした場合及びスケールを1より狭い に、ウェーンレット関数 B.b (t) の時間・周波数分布 aに収縮させた場合について示してあり、この図からB ぶ。従って、ウェーブアット題数 g.v (t) も時間盤 上、周波数軸上で局在する関数となる。図3及び図4 (t)には、時間軸上、周波数軸上で局在する関数を選 【0022】と定義される。基本ウェーブレット関数に

り、信号 s (t) に対する離散ウェーブレット変換は 【0023】前記ウェーブレット関数 g., (t) によ

[数2] [0024]

変換の時間分解館と周波数分解館をフーリエ変換と比影 数 8 a.b (t) に対する展開係数を示す。ウェーブレッ

apulse Response フィルタ)の出力に一致するものであ 系に対応する展開係数は、非巡回形フィルタ(finite l のスケールで時間シフトを行なったウェーブレット関数 関数は、時間軸上で局在する関数である。従って、同一

**て前述のように周波数サンプリングフィッタ3を用いて** り、本実施例では前記非巡回形フィルタの実現方法とし

【0028】前記周波数サンプリングフトルタ3のイン

を示し、S (a, b) は信号 s(t) のウェーブレット関

析法である。

比して、ノッキング信号の解析に適した時間・周波数解

【0027】 ココで、哲語数1元序したウェーブレット

【0025】と定義される。尚、Tはサンプリング周期

被数分解能は劣化するが、時間分解能は向上する。 それに対して英周波成分は短時間だけ観測するために周 めにその周波数分布は詳しく把握することができるが ト変換では、低周波成分は長時間にわたって観測するた すると、図5及び図6に示すようになり、ウェーブレッ 【0026】ノッキングのような突発性信号は、その発

時間の情報も重要である。従って、ウェーブレット変換 い。また、周波数に関する情報のほか、その発生・持続 は、フーリエ変換等の周期関数を基底とする直交変換に 生の性質により高周波成分を含み、然も、持続時間が短

[0029]

$$h (nT) = A \sum_{i=0}^{N} Hi \exp (jnT \frac{2\pi}{N} k_i)$$

for 
$$0 < n < N-1$$

h(nT) = 0

윾

n>N-1

フィルタ3において、梅形フィルタ11の連短器敷Nに対

h (nT) とウェーブレット閲数 B (nT)とない 仮器の保教 4. を適当に決めることで、インバッス応答 [0031] 【0030】となる。簡形フィルタの遅延器数Nと、共 렺 0 > n

[数4]

ングフィルタ 3の出力 y (nT)は、 [0032]で示される関係とすれば、周波数サンプリ  $\overline{g}(nT) = h(nT)$ 

[0033]

y (nf)=E

タを基本フィルタと称する。 現できるものであり、本実施例ではかかる特性のフィル 数をH1 とすることで、基本ウェーブレット関数とイン T)に一致する。従って、栗算器18の栗算係数をexp パルス応答の等しい周波数サンプリングフィルタ 3 を実 b=nTのウェーブレット因数の展開係数S(1, n (0034)となる。これは、スケールョニ1、シフト (j・2π/N・k<sub>1</sub>)とし、また、乗算器17の乗算係

スケールを実現することができる。 周波数サンプリング 櫛形フィルタ11の遅延器数Nと乗算器における乗算係数 Aを変更することにより、異なるウェーブレット関数の 【0035】周披敷中ンプリングフィルタ3において、

| 数 6

[0036]

a,=N,/N(N, は整数)

延器数を決定するNをN, に変更し、乗算係数Aを, ープレット変換を実現するためには、櫛形フィルタの遅 【0037】の関係がある異なるスケールa, でのウェ [0038]

個数を示すNi からNi は、前配数6の関係によりそれ ット変換を行なわせることが可能となる。尚、遅延器の 用いて複数の異なるスケールa; ~a; でのウェーブレ 算器15以降の構成の共振器をそれぞれ共振器R1~R1 列の途中にタップを設定し、各タップに図2における栗 に、1つの梅形フィルタの直列接続されるN個の遅延器 ングフィルタ3の住實により、図7の概念図に示すよう ぞれのスケールに対応して設定される。 として縦接接続すれば、1つの衛形フィルタを共通的に 【0039】に変更すれば良い。また、周波数サンプリ

ると、全てのスケール (a. ~a.) で1サンプル間で 【0040】 上記の医液数 サンノコングレィッタ 3に 』

実行される乗算回数は等しく、数2により畳み込み演算 を直接実行する場合よりも高遠な処理が可能となる。更 に、ハードウェアとして特成する場合、特成が単純であ また、並列性が高いため、複数のシグナルプロセッサに るためLSIレイアウトが容易に行なうことができる。 よる並列処理も容易に実現できる。

[0041] ここで、ノッキング検出として実験的に適

$$g(n\Gamma) = \exp\left(\frac{-(n\Gamma)^2}{-(n\Gamma)^2}\right) \exp((j\omega_0 n\Gamma))$$

し、共仮器12を将成する並列接抜される基本共振器の数 をことした基本フィルタのインパルス巧存により近辺す 2/10, ∞0 =12π/128 TとしたGabor 函数を用い た。この関数を、櫛形フィルタの遅延器数Nを128 と [0043] と示すことができ、本実施例では、

けてフーリエ変換を行い、最も大きなフーリエ保敵をも る係数k1 (i=0:6)の値を決定した。また、前記 孫数と一致させ、図8に示すように、フィルタによって [0044] そこで、Gabor 関数に128 点の方形窓をか **し周波数を1つ選んで、基本フィルタの極配配を決定す** 原数k1 に対応する係数H1 (i=0..6) はフーリエ 近辺された基本ウェーブレット関数を得るようにした。 [0045] 前記基本フィルタのスケール 1 は、 [0046]

$$a_1 = {10\sqrt{2} \choose 1}^{1}$$

でのウェーブレットを、前述のような箇形フィルタに対 ナるタッピングによって行なわせるようにした。 しかし ながら、数9に示したスケールでは、数8により遅延器 【0047】とし、1=-30~20までの50種のスケール 数Ni は磁数とならない。そこで、 [0048]

# $N_1 = 0 [a, N]$

(数10)

ェーブレット関数及びスケールが最小(a =0.125 )の ウェーブレット関数及びスケールが最大 (a=4)のウ **ゖーノフット函数の函波数格在を図10に示す。 いれちの** 図から明らかなように、ウェーブレット姪換の周筱数分 ウェーブレット関数の周波数特性を図りに、また、基本 る。上記の設定において、スケールョ=1である基本ウ [0049]として遅延器数を整数で近似した。ここ で、Q [・] は、数値の小数点以下のまろめを意味す 降能は、低風波数核で高く、高風波数核で低くなる。

[0050] ところで、上記のように50個のスケールの 異なるウェーブレット関数によりウェーブレット変換を **「なわせるが、かかるウェーブレット変換を直接畳み込** み資算により実現した場合、1サンプル毎の複素乗算の 回数は8147回となる。これに対して、上記に示した周波

レット関数g(t)には、Gabor 関数を強んだ。このGabo r 関数は、時間・周波数袖上で広がりが最小となる関数 用した具体的な実施例を説明する。まず、基本ウェーブ した知られたおり、

0042

ノグ発生を検出できる高い品質のフッキング検出装置が 例) によると、前記複楽聚算回数は750 回となり、直接 母み込み複算を実行するよりも1/10以下の乗算回数で **求されるノッキング検出への適用が可能となり、ノッキ 数サンプリングフィルタを用いた 実施例(遅延器数の増** ウェーブレット変換が行なえる。 従って、ウェーブレッ ト変換による解析が高速処理でき、以て、高速処理が要 ノグ検出をウェーブレット変役を用いて保折させること で、たとえ英回伝時であっても高い時間分解能でノッキ 娘を御形フィルタのタッピングによって実現する実施

を、図11及UV図12に示す。図11(a),(b),(c) は、典型的 び正常燃焼時におけるウェーブレット変換の具体的結果 図11(a) は複砂複形を、図11(b) はウェーブレット模模 【0051】次に、異常燃焼時(ノッキング発生時)及 の版幅を、図11(c) はウェーブレット変換の位相を示し な正常拡焼時の内燃機関の複動を観察した場合であり、

、変数の版幅を、図12(c) はウェーブレット変換の位相 ッキング)が発生している場合を示すものであり、前配 を示している。尚、対象とする内燃機関を、自動車用の /型8気筒機関とし、かかる機関を回転数1200mm でー **定運転させ、点火時期を強制的に進角関節することで異** [0052] 一方、図12(a),(b),(c) は、異常燃焼(/ 回接、図12(a) は敵怒徴形を、図12(b) はウェーブレッ 常燃焼を強制的に発生させた。

/ブリング期間は、混合気の点火後1.4ms かち5.4 msの しており、黒が挺幅の最小を、白が挺幅の最大を示して 及び図12(b) では、坂幅を黒から白の紋淡変化により表 (c) 及び図12(c) では、黒から白への変化が0から2 m への位相変化を表している。尚、図11及び図12に示すサ [0053] ウェーブレット変換の短幅を示す図11(b) いる。同様に、ウェーブレット変換の位相を示す図11

【0054】ウェーブレットの損幅を、正常燃焼時と異、 も共通に時間シフトb=120 からb=160 にかけて、ス この部分が異常燃焼の発生と無関係に同一時刻に生じて |燃焼時(ノッキング発生時)とで比較すると、両者と ケールが2以下の成分が強くなることが分かり、終む、 いることにより、異常燃焼に因るものではなくスラップ

音と呼ばれる機械振動であることが予測される。

[0055] 一方、b=50からb=100 サンブルの間で 関内に 2-3 から 2-3 のスケールの擬幅が大きくなる時間 (c) 及び図12(c) により、り=50からか=100 の間で展 関係数の位相を比較すると、異常燃焼が生じている場合 **ールではっきりと現れているのに対し、正常な燃焼の場** から2°の原開保数が大きくなっている。また、この数 には、0から2ェへの位相の変化が2º かち2º のスケ は、異常燃焼が生じている場合でのみ、スケールが2 がある。更に、ウェーブレット変換の位相を示す図11 合には前記変化が現れていない。

ておけば、周波数サンプリングフィルタ3から出力され 常然焼(ノッキング)の設勁は、スケールが2! から2 数により、配合気点火後2.4 msから3.4ms にかけて検出 できることが分かった。従って、上記のような実験を複 による短動が現れる時期を特定でき、これを判別条件と を、前記符定時期におけるウェーブレットの復幅・位相 の大きな変化として、機械援助と区別して検出すること シトを予めコントロールゴニット4にプログラミングし 基ろいてノッキング発生の有無を徴出させることができ 。、また、2-4から2-4のウェーブレット図数の展開係 数の回転数の下で行なわせれば、各回転数域で異常燃焼 して、実験に機関を運転しているときの異常燃焼の発生 ができる。このため、かかろノッキング検出のフォーマ るウェーブレット変換の展開係数における振幅・位相に

[0057] ところで、上記実施例では基本ウェーブレ に代えてラブラシアン-ガウシャン(Laplactan-Gaussi 14は、基本フィルタによって近似された基本ウェーブレ ット関数としてCabor 関数を用いたが、このCabor 関数 に用いた前配ラブラシアソーガウシャン関数を示し、図 an]関数を用いても良い。図13は、基本フィルタの設計 ット関数としてのラブラシアンーガウシャン関数を示

いた場合の正常燃焼時及び異常燃焼時(ノッキング発生 部分が不明瞭であるが、異常燃焼に伴う短幅特性の変化 ガウシャン関数を基本ウェーブレット関数とした場合に は、周波数分解能が低いため、基本ウェーブレット関数 としてGabor 関数を用いた協合に比べ、異常燃焼の発生 により特徴的にウェーブレット変換の板幅が大きくなる **【0058】そして、図15及び図16は、前配ラプラシア** ソーガウシャン国教を基本ウェーブレット国教として用 この図15及び図16から明ちかなように、ラブラシアンー ノック成分の損福の時間変化が明瞭に読み取れるという が鋭く発生し、時間分解能は向上している。このため、 時)におけるウェーブレット変換の振幅を示している。

[発明の効果] 以上説明したように本発明によると、

ができ、特に高速処理が要求されるノッキング検出への 適用が可能となり、ウェーブレット変換による解析によ って被囚の英回伝辞においても高い品質でノッキング発 周波数解析法であるウェーブレット変換を、直接畳み込 み資質を行なわせる場合に比べ、高速に処理させること 生を検出させることができるようになるという効果があ ッキング挺動のような突発的信号の解析に適した時間、

【図面の簡単な説明】

[図2] 本発明の実施例のハードウェア柏成を示すシス 【図1】本発明の基本構成を示すプロック図。 アム概略図。

[0056] 以上の比較から、回転数1200rpa では、異

【図3】ウェーブレット関数の時間・周波数分布を示す

【図4】ウェーブレット閲数の時間・周波数分布を示す

【図5】ウェーブレット変換における時間・周波数分解 たを示す様図。

[図6] フーリエ変換における時間・周波数分解能を示 【図1】 複数の異なるスケールでのウェーブレット変換 一块区

【図8】基本フィルタによって近似された基本ウェーブ を実現するためのフィルタを示す概念図

【図9】母小スケールのウェーブレット関数の周故数特 フシト国教やボナ様図

性を示す模図。

[図10] 最大スケールのウェーブレット関数の周波数符 性を示す模図。

[図11] 正常燃焼時におけるウェーブレット変徴特性を

[図12] 異常燃焼時(ノッキング発生時)におけるウェ

[図13] 基本フィルタの設定に用いたラプラシアンーガ - ノフット寮袋移住を示す図。

[図14] 基本フィルタによって近似された基本ウェーブ セットン 宮教や ボナ 様図

レット関数としてのラブラシアンーガウシャン関数を示

[図15] ラブラシアンーガウシャン関数を用いたウェー ノレット変換の正常燃焼時の設備特性を示す図。 → 類図

プレット変数の異常燃焼時(ノッキング発生時)の損幅 [図16] ラブラシアンーガウシャン関数を用いたウェー 特性を示す図。

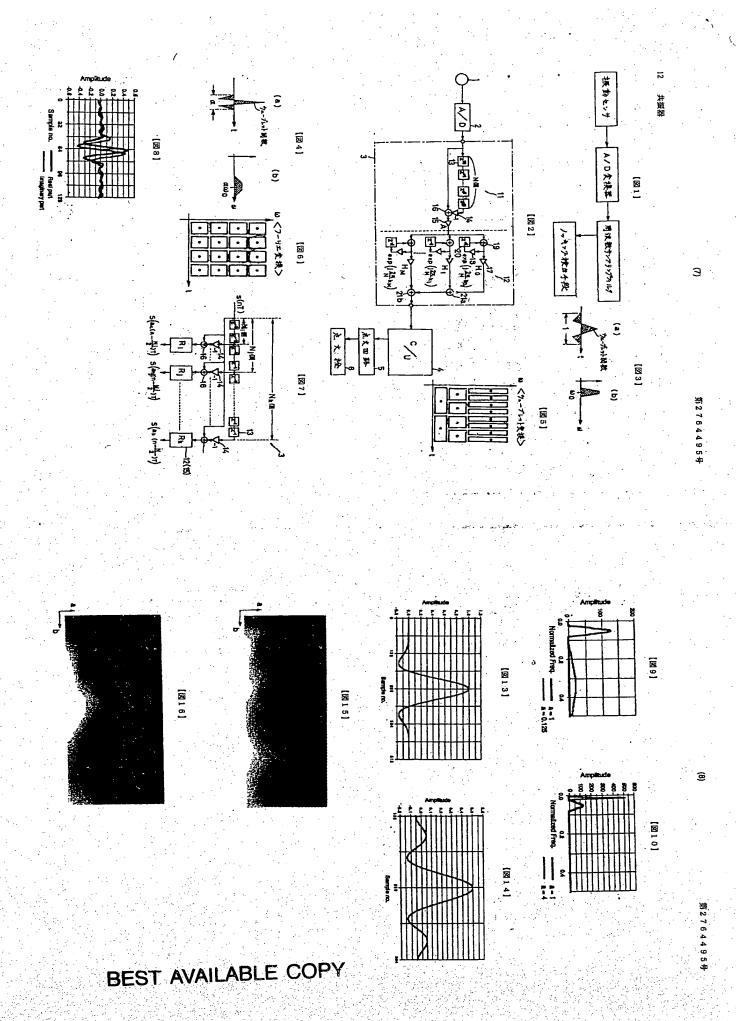
[符号の説明]

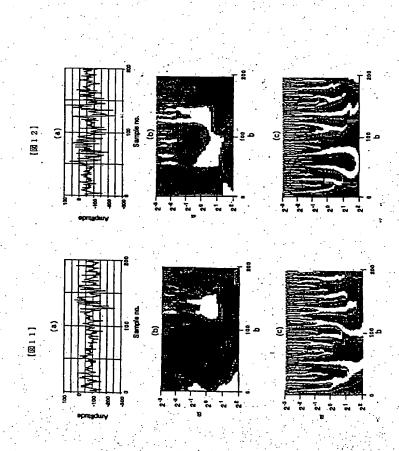
ノックセンサ A/D変換器

風波数 サンブリングレィバタ コントローティニット

点火回路 点火粒

都形フィルグ





第2764495号

(58)調査した分野(Int.CI.\*, DB名) GOIN 17/00 GOIN 15/00

フロントページの統計

BEST AVAILABLE COPY

# THIS PAGE BLANK (USPTO)